12. Übung zur Vorlesung EP1 Experimentalphysik für Studierende des Lehramts WS 2021/22

Aufgabe 1: Überlagerung von Wellen I
Zwei gleichartige sinusförmige Wellen interferieren miteinander. Beide Wellen bewegen sich in die gleiche Richtung, haben aber eine Phasenverschiebung von $100°$. Ihre Amplitude sei $4{,}9\,\mathrm{cm}$.
a) Welche Amplitude hat die resultierende Welle?
b) Bei welcher Phasenverschiebung hat die resultierende Welle eine Amplitude von $2{,}45\,\mathrm{cm}$?

Aufgabe 2: Überlagerung von Wellen II
Zwei sinusförmige Wellen der gleichen Wellenlänge und der gleichen Geschwindigkeit breiten sich in dieselbe Richtung aus. Ihre Amplituden seien $a_1 = 4\,\mathrm{cm}$ und $a_2 = 3\,\mathrm{cm}$ und ihre Phasen seien durch $\varphi_1 = 0$ und $\varphi_2 = \pi/3$ gegeben. Welche Amplitude und welche Phase hat die resultierende Welle? Besprechen Sie andere mögliche Phaseneinstellungen, bzw. für welche Sie deutlich unterschiedliches Verhalten der so erzeugten Welle erwarten. Was erwaren Sie, wenn sich nicht die Phase der beiden Wellen, sondern die Wellenlänge λ (bzw. die Wellenzahl k) unterscheiden?

Aufgabe 3: Interferenz

Gegeben seien zwei Punktquellen Q_1 und Q_2. Sie haben einen Abstand d voneinander und schwingen in Phase. Entlang einer Linie parallel zur Verbindungslinie zwischen den Quellen und in einem großen Abstand r von den Quellen ergibt sich ein Interferenzmuster (siehe Abbildung).
a) Zeigen Sie, dass sich der Wegunterschied Δs von den beiden Quellen bis zu einem Punkt auf der Linie bei einem kleinen Winkel θ durch $\Delta s \approx d\sin(\theta)$ annähern lässt. Nehmen Sie $r \gg d$ an, sodass die Linien von den beiden Quellen zum Punkt P näherungsweise als parallel gesehen werden können (Abbildung rechts).
b) Zeigen Sie, dass die beiden Wellen in P bei $\Delta s = m\lambda$ konstruktiv interferieren (mit $m = 0, 1, 2, \ldots$). Mit anderen Worten: Zeigen Sie, dass es in P bei $\Delta s = m\lambda$ mit $m = 0, 1, 2, \ldots$ ein Interferenzmaximum gibt.
c) Zeigen Sie, dass sich der Abstand y_n vom zentralen Maximum (bei $y = 0$) zum n-ten Interferenzmaximum näherungsweise durch $y_n = r\tan(\Theta_n)$ ausdrücken lässt (mit $d\sin(\Theta_n) = m\lambda$).